Vestnik zoologii, **42**(1): 41—48, 2008

УДК 593:12(470.4)

СТРУКТУРА СООБЩЕСТВА РАКОВИННЫХ АМЕБ (TESTACEALOBOSEA, TESTACEAFILOSEA, AMPHITREMIDAE) В НАПОЧВЕННЫХ СФАГНУМАХ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Ю. А. Мазей[1], О. А. Бубнова[2]

[1] *Пензенский государственный педагогический университет им. В. Г. Белинского, кафедра зоологии и экологии, ул. Лермонтова, 37, Пенза, 440026 Россия*
[2] *Региональный центр государственного экологического контроля и мониторинга по Пензенской области, ул. Ботаническая, 30, Пенза, 440014 Россия*

Принято 3 ноября 2006

Структура сообщества раковинных амеб (Testacealobosea, Testaceafilosea, Amphitremidae) в напочвенных сфагнумах смешанных лесов Среднего Поволжья. Мазей Ю. А., Бубнова О. А. — В составе сообщества сфагнобионтных раковинных амеб в лесных экосистемах Среднего Поволжья обнаружено 40 видов и внутривидовых таксонов. Видовое разнообразие и выравненность обилий видов в различных локальных сообществах изменяются в небольших пределах, несмотря на значительное варьирование абиотических параметров среды (главным образом, уровня увлажнения). Общая численность организмов в сообществе и состав доминирующего комплекса очень сильно зависят от уровня увлажненности биотопа. Максимальная плотность организмов отмечается в наиболее засушливом местообитании, где преобладают *E. ciliata glabra* Wailes, 1915 и *N. tincta major* Deflandre, 1936. Доминирующими видами более увлажненных местообитаний являются *A. arenaria* Greeff, 1866, *A. a. compressa* Chardez, 1974, *A. a. sphagnicola* Deflandre, 1928. С увеличением глубины слоя растут показатели видового богатства, разнообразия и общая численность видов в сообществе. Выравненность обилий видов остается на одном уровне. Вертикальная структура лучше выражена в увлажненных местообитаниях, чем в засушливых.

Ключевые слова: раковинные амебы, структура сообщества, сфагновые биотопы.

Community Structure of Testate Amoebae (Testacealobosea, Testaceafilosea, Amphitremidae) Inhabited Soil Sphagnum Biotopes in Mixed Forests in Middle Volga Region. Mazei Yu. A., Bubnova O. A. — Community of testate amoebae inhabited sphagnum biotopes in a mixed forest in Middle Volga region is composed by 40 taxa. Species diversity and evenness in different local communities are changes in narrow limits despite of higher variable environment (moisture content in sphagnum biotope). Abundance and composition of dominant testate amoebae complex have close dependence with moisture content. There is maximal abundance in dry conditions. *Arcella arenaria* Greeff, 1866, *A. a. compressa* Chardez, 1974 and *A. a. sphagnicola* Deflandre, 1928 dominate under wet, whereas *Euglypha ciliata glabra* Wailes, 1915 and *Nebela tincta major* Deflandre, 1936 under dry conditions. Species richness, diversity and total abundance increase with the depth, whereas evenness of species structure stays uniform independently from depth. Vertical structure of community is more prominent in wet habitats compared to dry habitats.

Key words: testate amoebae, community structure, sphagnum biotopes.

Введение

Раковинные амебы — свободноживущие гетеротрофные протисты, представляющие собой амебоидную клетку, заключенную в раковинку, как правило, с одним или двумя отверстиями для выхода псевдоподий. Эти организмы, имеющие широкое географическое распространение, освоили значительный диапазон местообитаний от водных до почвенных, но особенно обильно и разнообразно представлены в моховых биотопах, где могут составлять до половины общей микробной биомассы (Gilbert et al., 1998; Gilbert, Mitchell, 2006). Хорошая сохранность в субфос-

сильном состоянии и наличие четких экологических преферендумов у большинства видов делает возможным использование раковинных амеб в палоеэкологических реконструкциях, что определило возникновение метода ризоподного анализа (Charman et al., 2000; Бобров, 2003). Ризоподный анализ по сути представляет собой метод биоиндикации состояния окружающей среды с использованием сообществ раковинных амеб (Tolonen, 1986). В последнее время этот метод все чаще применяется для мониторинга состояния современных болотных экосистем, особенно тех, которые подвергаются значительному антропогенному воздействию (Warner, Bunting, 1996; Jauhiainen, 2002; Nguyen-Viet et al., 2006).

В окр. г. Пензы расположен объект по хранению боеприпасов с отравляющими химическими веществами (Панкратов, Мишанин, 1999), и в настоящее время строят завод для их уничтожения. В связи с этим особенно актуальным становится проведение мониторинговых работ, связанных с выявлением фонового состояния территории в районе строительства завода. Целью настоящей работы явился анализ структуры сообщества сфагнобионтных раковинных амеб как одного из показателей современного (фонового) состояния экосистем, находящихся в условиях потенциальной возможности сильного антропогенного нарушения.

Материал и методы

Характеристика биотопа. Материал отобран в июле 2006 г. на двух точках, расположенных в смешанных лесах на водоразделе между реками Сура и Инра, где были развиты сообщества напочвенных сфагновых мхов. Первая точка находилась в замкнутой заболоченной западине площадью около 200 м^2 (координаты: 53,15284° с. ш.; 45,32242° в. д.). Древесный ярус образован березой пушистой (*Betula pubescens* Ehrh. – 60%), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris* Linnaeus – 35%) и осиной (*Populus tremula* Linnaeus – 5%); подрост – дубом черешчатым (*Querqus robur* Linnaeus – 50%), сосной обыкновенной (30%) и осиной (20%); кустарниковый ярус – ивой пепельной (*Salix cinerea* Linnaeus – 85%) и крушиной ломкой (*Frangula alnus* Miller – 15%); в травяно-кустраничковом ярусе доминировали вейник сероватый (*Calamagrostis canescans* (Web.) Roth – 20%), осока (*Carex* sp. 15%), черника (*Vaccinium myrtillus* Linnaeus – 10%), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (Linnaeus) Kuhn ex Decken – 6%). Сфагновые мхи (*Sphagnum angustifolium* (C. Jens ex Russ.) C. Jens, *Sphagnum flexuosum* Dozy et Molk.) покрывали около 10% поверхности почвы. Почва болотная торфянисто-глеевая маломощная. Профиль почвы имеет следующее строение: горизонт A_0 (0–3 см) – лесная влажная оторфованная подстилка, представленная опадом древесной растительности и очесом мха; горизонт T (3–20 см) – торфяной горизонт, представленный слаборазложившимся торфом с участием живых корней древесной растительности; горизонт $T^{пт}$ (20–30 см) – перегнойно-торфяной горизонт, влажный, с примесью песчинок, встречаются живые корни древесной растительности; горизонт C_g – оглеенная песчаная материнская порода. Грунтовые воды залегают на глубине 30 см. На первой точке было исследовано три микробиотопа, отличающихся уровнем увлажнения: станция 1 располагалась на сфагновой кочке (*S. angustifolium*, влажность сфагнума 78,3%), станция 2 – на склоне кочки (*S. angustifolium*, влажность 81,2%), станция 3 – в западине (*S. flexuosum*, влажность 86,6%).

Вторая точка располагалась на берегу озера Круглое (координаты: 53,08842° с. ш.; 45,23900° в. д.), в котором в 60–70-е гг. XX в. происходило уничтожение боеприпасов с отравляющими химическими веществами; в настоящее время экосистема озера крайне изменена (Стойко и др., 2006). Древесный ярус образован березой пушистой (80%) и сосной обыкновенной (20%); подрост – крушиной ломкой (65%) и дубом черешчатым (35%); кустарниковый ярус – лещиной обыкновенной (*Corylus avellana* – 55%) и крушиной ломкой (45%); в травяно-кустраничковом ярусе доминировали орляк обыкновенный (55%) и осока дернистая (*Carex cespitosa* – 15%). Сфагновые мхи (*S. flexuosum*) покрывали около 10% поверхности почвы. Почва иловато-непрочная. Профиль почвы имеет следующее строение: горизонт A_0 (0–4 см) – оторфованная подстилка; горизонт A_1 (4–25 см – иловато-перегнойный, обводненный, рыхлый, бесструктурный; горизонт C_g – песчаные отложения с признаками оглеения. Грунтовые воды залегают на глубине 50 см. На второй точке был исследован один биотоп: станция 4 располагалась в западине (*S. flexuosum*, влажность сфагнума 89,4%)

Пробы для количественного исследования сообщества отбирали из сфагновых биотопов следующим образом. Часть сфагнового покрова выделяли и разрезали на вертикальные слои 0–3, 3–6, 6–9, 9–12 и 12–20 см. Полученные пробы помещали в пластиковые емкости и фиксировали раствором формалина. Для выделения раковинных амеб из листовых пазух сфагнума пробу интенсивно встряхивали в течение 10 мин. Затем полученную суспензию полностью переносили в чашку Петри. При микроскопировании под бинокулярным микроскопом МБС–9 при увеличении ×60 просматривали 1/10 часть пробы. Особей определяли до вида и подсчитывали. В каждой пробе было просчитано не менее 300 ос. раковинных амеб. При необходимости раковинки при помощи пипетки отсаживали на предметное стекло, помещали в каплю глицерина и исследовали под микроскопом БИОМЕД–2 при увеличении ×100 или ×300. Плотность популяций раковинных амеб оценивали по количеству особей на 1 г абсолютно сухого веса сфагнума. Всего было исследовано 20 количественных проб из 4 микробиотопов.

При количественном учете принимали во внимание не только живые особи, но и мертвые (пустые) раковинки. Это позволило оценить общее разнообразие сообщества, включающее помимо трофически активных клеток и некроценоз, который обычно составляет значительную часть сообществ раковинных амеб (Рахлеева, Корганова, 2005). Учет всей совокупности раковинок (включая некроценоз) дает адекватное представление о полном составе населения локального местообитания и отражает полный потенциальный состав сообщества. В результате, привлекая «пассивную» часть группировок (некроценоз), можно избежать многочисленных трудоемких сезонных учетов для выявления редких малочисленных видов и получить полное представление о видовом составе и структуре сообщества на основе разового отбора проб (Рахлеева, Корганова, 2005).

Для выявления типов сообществ, отличающихся структурой и формирующихся на разных станциях, проводили ординацию видов методом анализа соответствия на основе величин относительных обилий видов, что позволило учесть только структурные различия. Для оценки общей степени гетерогенности вертикальной структуры сообщества рассчитывали средний индекс сходства Пианки между всеми парами горизонтов. Все расчеты выполнены при помощи пакета программ PAST1.18 (Hammer et al., 2001). В работе принята система эукариот, предложенная международным комитетом (Adl et al., 2005).

Результаты

В составе сообщества сфагнобионтных раковинных амеб обнаружено 40 видов и внутривидовых таксонов (табл. 1). Общее количество видов, обнаруженных в каждом из местообитаний, колеблется от 16 (на станции 3) до 25 (на станции 4). В сообществах обнаружены представители 11 семейств раковинных амеб. Преобладающими по количеству видов являются семейства Arcellidae Ehrenberg, 1832 и Centropyxidae Jung, 1942.

Интегральные характеристики сообщества представлены в таблице 2. Максимальное обилие отмечается на наименее увлажненной станции 1, минимальное – на станции, расположенной в увлажненной западине (станция 3). Максимальная величина видового разнообразия формируется в сообществе на станции 4 за счет большего значения как видового богатства, так и выравненности. Однако в целом различия локальных сообществ по уровню видового разнообразия и выравненности не сильно отличаются друг от друга, что отражает принципиальное сходство сообществ в характере распределения нишевого пространства между видами в разных локальных сообществах. В каждом из них доминируют 3–4 вида, которые образуют более 60% общей численности организмов в сообществе (табл. 1). Сообщества отличаются только по величине «хвоста» из малочисленных видов.

Локальные сообщества отличаются друг от друга по составу доминирующего комплекса (рис. 1). Наибольшие различия (более 50%) связаны с отличиями сообщества, формирующегося в наиболее сухих условиях на станции 1 от остальных. Комплекс дифференцирующих видов в этом сообществе представлен ксерофильными *Euglypha ciliata glabra* Wailes, 1915 и *Nebela tincta major* Deflandre, 1936. Доминирующий комплекс в остальных трех более увлажненных биотопах образован формами *Arcella arenaria* Greeff, 1866, *Arcella arenaria compressa* Chardez, 1974, *Arcella arenaria sphagnicola* Deflandre, 1928 (табл. 1). Еще около 20% различий в видовом составе обусловлено отличиями сообщества, формирующегося в самом увлажненном биотопе на станции 4 по сравнению с другими. Дифференцирующими видами для этого сообщества являются *Euglypha ciliata* Ehrenberg, 1848, *Nebela tincta* Leidy, 1879 и *Difflugia globulosa* Dujardin, 1837. Интересно, что два вида-доминанта (*Assulina muscorum* Greeff, 1888 и *Phryganella hemisphaerica* Penard, 1902) обильно развиваются и в сухом биотопе (станция 1) и в увлажненном (станция 2), что свидетельствует об отсутствии резких границ между локальными вариантами сообществ.

По вертикали изменяются интегральные характеристики сообщества раковинных амеб (рис. 2). С увеличением глубины возрастают видовое богатство, разнообразие и численность организмов. При этом показатель выравнен-

Таблица 1. Видовой состав и относительные обилия (% по численности) раковинных амеб в изученных биотопах (жирным выделены относительные обилия, превышающие 10%).

Table 1. Species composition and relative abundance (%) of testate amoebae in biotopes studied (relative abundances more than 10% are marked in bold).

Вид, подвид	Станция			
	1	2	3	4
AMOEBOZOA Luhe, 1913, emend. Cavalier-Smith, 1998				
Подкласс TESTACEALOBOSEA de Saedeller, 1934				
Отряд ARCELLINIDA Kent, 1880				
Семейство ARCELLIDAE Ehrenberg, 1832				
Arcella arenaria Greeff, 1866	5,4	**36,4**	**31,3**	**30,3**
A. arenaria compressa Chardez, 1974	3,3	**22,8**	3,8	0,0
A. a. sphagnicola Deflandre, 1928	0,8	**19,0**	**10,1**	**12,6**
A. conica Deflandre, 1928	0,0	0,0	0,1	0,0
A. hemispherica Perty, 1852	0,0	0,4	0,0	0,0
A. intermedia (Deflandre, 1928) Tsyganov et Mazei, 2006	0,0	2,1	0,0	0,0
A. mitrata Leidy, 1879	0,0	0,7	0,0	0,1
A. polypora Penard, 1890	0,1	0,6	1,0	1,8
A. rotundata Playfair, 1918	0,0	0,0	0,2	0,0
A. vulgaris penardi Deflandre, 1928	0,0	0,0	0,0	0,7
Семейство CENTROPYXIDAE Jung, 1942				
Centropyxis aculeata Stein, 1857	0,0	0,0	0,0	2,5
C. aerophila Deflandre, 1929	0,1	0,1	0,0	0,4
C. a. sphagnicola Deflandre, 1929	0,0	0,2	0,0	0,7
C. ecornis (Ehrenberg, 1841) Leidy, 1879	0,0	0,0	0,0	0,1
C. elongata (Penard, 1890) Thomas, 1959	0,2	0,0	0,0	0,0
C. orbicularis Deflandre, 1929	0,0	0,2	0,0	0,0
C. sylvatica Penard, 1902	0,0	0,0	0,0	0,6
C. kahli Deflandre, 1929	0,0	1,9	0,0	1,8
Trigonopyxis arcula Leidy, 1879	0,3	0,0	0,0	0,0
Семейство PLAGIOPYXIDAE Bonnet et Thomas, 1960				
Bullinularia indica Penard, 1907	0,2	0,0	0,0	0,0
Семейство DIFFLUGIIDAE Wallich, 1864				
Difflugia globulosa Dujardin, 1837	0,2	0,8	0,0	5,1
D. pulex Penard, 1902	0,0	4,7	0,0	0,0
Семейство HELEOPERIDAE Jung, 1942				
Heleopera sylvatica Penard, 1890	0,0	0,0	0,0	0,2
Семейство HYALOSPHENIIDAE Schultze, 1877				
Hyalosphenia subflava Cash, 1909	0,0	0,0	1,1	0,0
Семейство NEBELIDAE Taranek, 1882				
Nebela militaris Penard, 1902	2,2	0,0	0,0	0,8
N. tincta Leidy, 1879	7,5	0,1	1,1	**17,7**
N. t. major Deflandre, 1936	**17,8**	0,0	0,0	0,0
N. tubulata Brown, 1911	0,0	0,0	0,4	0,0
Семейство PHRYGANELLIDAE Jung, 1942				
Phryganella acropodia (Hertwig et Lesser, 1874) Hopkinson, 1909	0,0	0,0	0,0	0,2
Ph. hemisphaerica Penard, 1902	**10,8**	4,1	**23,4**	2,6
RHIZARIA Cavalier-Smith, 2002				
Подкласс TESTACEAFILOSEA de Saedeleer, 1934				
Отряд EUGLYPHIDA Copeland, 1956				
Семейство EUGLYPHIDAE Wallich, 1864				
Assulina muscorum Greeff, 1888	**16,4**	1,0	**14,4**	0,9
A. seminulum Ehrenberg, 1848	0,0	0,2	0,0	0,0
Euglypha ciliata Ehrenberg, 1848	0,1	0,0	0,8	**11,6**
E. ciliata glabra Wailes, 1915	**27,7**	0,3	0,4	3,0
E. laevis Perty, 1849	6,2	2,9	8,2	2,1
E. tuberculata Dujardin, 1841	0,0	0,2	0,0	2,1
Семейство TRINEMATIDAE Hoogenraad et de Groot, 1940				
Trinema complanatum Penard, 1890	0,0	0,0	0,0	0,2
T. enchelys (Ehrenberg, 1838) Leidy, 1878	0,5	0,0	0,4	1,9
Incertae sedis Cercozoa:				
Семейство AMPHITREMATIDAE Poche, 1913				
Archerella flavum Archer, 1877	0,3	0,3	3,3	0,1
Amphitrema wringhtianum Archer, 1869	0,0	1,0	0,0	0,0

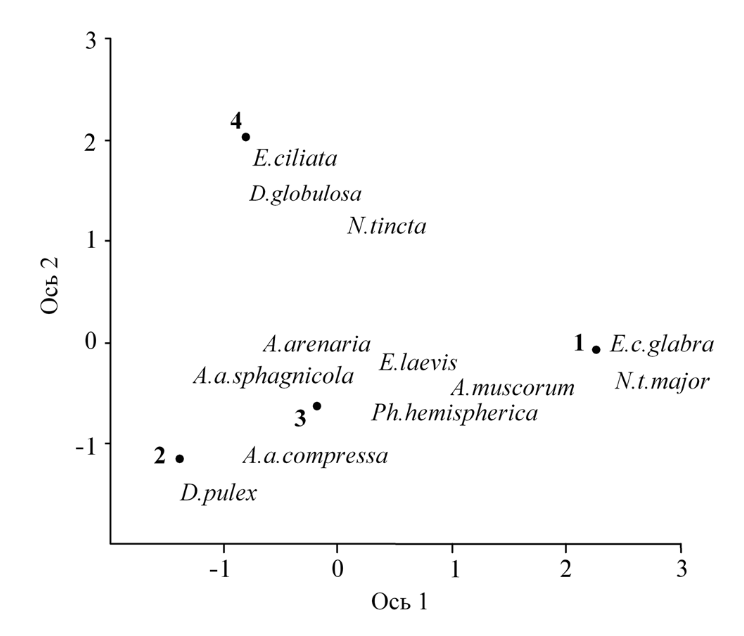


Рис. 1. Результаты ординации сообществ методом анализа соответствия по относительным обилиям доминирующих (более 5% численности) видов. Ось 1 объясняет 51,5% дисперсии видового состава, ось 2 — 20,2%. 1—4 — номера станций.

Fig. 1. Results of the ordination of communities with the aid of detrended correspondence analysis based on relative abundances of dominating (more than 5%) species. Axis 1 explain 51.5% of the total species composition variance, axis 2 — 20.2%. 1—4 — numbers of stations.

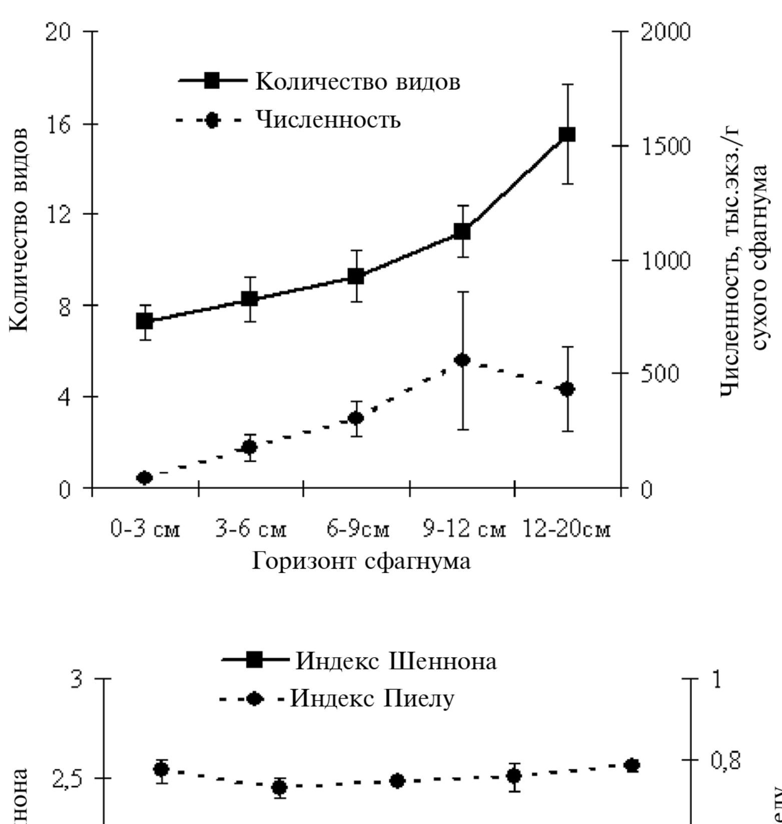
Таблица 2. Интегральные характеристики сообщества
Table 2. Integral community characteristics

Показатель	Станция			
	1	2	3	4
Количество видов и внутривидовых таксонов	21	22	16	25
Численность, тыс. экз./г сухого сфагнума	186,4	154,8	88,5	181,6
Индекс видового разнообразия Шеннона	2,08	1,86	1,93	2,26
Индекс выравненности видовой структуры Пиелоу	0,68	0,60	0,70	0,70
Гомогенность вертикальной структуры (средний индекс сходства Пианки между всеми парами горизонтов)	0,86	0,84	0,70	0,68

ности распределения обилий видов в сообществе остается на одном уровне. В целом вертикальная структура сообщества в более сухих местообитаниях (станции 1 и 2) выражена значительно хуже, чем во влажных (станции 3 и 4). Этот факт отражается на средних значениях индекса сходства Пианки между вариантами сообщества, формирующимися на разных горизонтах сфагнумов (табл. 2).

Обсуждение

Проведенное исследование наземных сфагнумов в смешанных лесах (березняках с примесью сосны и дуба) Среднего Поволжья позволило выявить богатое население раковинных амеб. В целом видовой состав весьма характерен для сфагнобионтных сообществ тестацид (Gilbert, Mitchell, 2006). Характерной особенностью видового состава изучаемых ценозов является преобладание представителей рода *Arcella* Ehrenberg, 1830 (в первую очередь различных внутривидовых таксонов вида *A. arenaria*). Таким образом, изученные биотопы



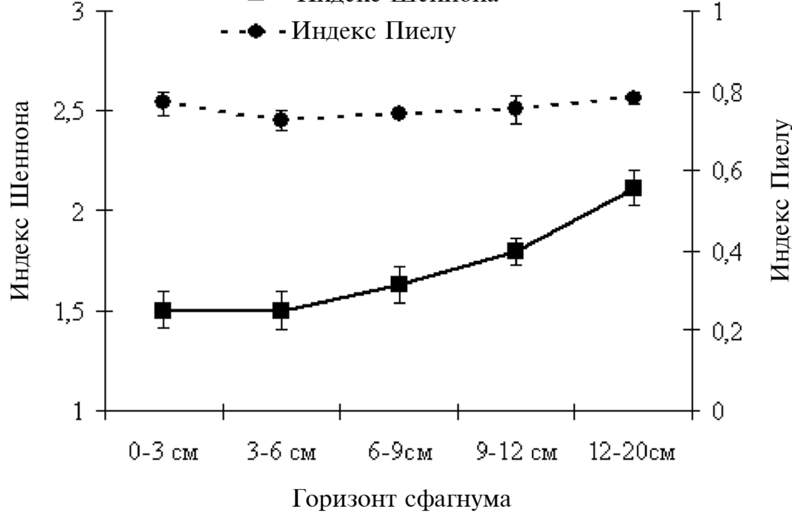


Рис. 2. Изменение интегральных характеристик сообщества по вертикали.
Fig. 2. Vertical changes of integral community characteristics.

оказались благоприятными для реализации полиморфизма, как в пределах этого вида (*A. arenaria*), так и другой группы близких видов, которые были не столь обильны (*Arcella conica* Deflandre, 1928; *Arcella hemisphaerica* Perty, 1852; *Arcella intermedia* (Deflandre, 1928) Tsyganov et Mazei, 2006).

Некоторые закономерности в распределении близких форм подтвердили выдвинутые ранее предположения (Бобров и др., 2002) о расхождении экологических ниш по параметру увлажнения. Так, форма *E. ciliata glabra* обнаружена в более сухих условиях, чем типичная форма *E. ciliata*. Подобная же закономерность, которая не была известна ранее, отмечена и для другой пары форм: *N. tincta major* доминировала в засушливых условиях, тогда как *N. tincta* – в увлажненных.

Вертикальная дифференциация сообщества раковинных амеб в сфагнумах отмечается как один из наиболее характерных феноменов (Mitchell, Gilbert, 2004). При этом обычно считается, что в верхних горизонтах преобладают характерные виды раковинных амеб (*Hyalosphenia papilio* Leidy, 1879; *Heleopera*

sphagni Leidy, 1874; *Archerella falvum* Archer, 1877; *Assulina seminulum* Greeff, 1888; *A. muscorum*); некоторые из них содержат в цитоплазме зоохлореллы и являются, таким образом, миксотрофами. Кроме того, в более глубоких слоях преобладают виды, строящие раковинки из ксеносом. В ходе нашего исследования, проведенного на эпигейных сфагнумах, оказалось, что вертикальная дифференциация сообщества выражена не в столь значительной мере, как в типичных сфагновых болотах. Доминирующие виды были обильно представлены практически во всех горизонтах сфагнумов, хотя и проявляли некоторые предпочтения, которые, однако, были выражены на столь отчетливо: виды *A. muscorum, A. flavum, Ph. hemisphaerica* тяготели к верхним слоям, а *A. arenaria, A. hemisphaerica, Euglypha laevis* Perty, 1849 – к нижним. Представители рода *Difflugia* Leclerc, 1815 – *Difflugia pulex* Penard, 1902 и *D. globulosa* отчетливо тяготели к нижним слоям. Интересно, что вид *N. tincta*, который обычно доминирует в средних и нижних слоях, в нашем случае тяготел к верхним горизонтам. Отмеченная специфика изучаемых сообществ, по-видимому, связана с особенностями биотопа, представляющего собой сфагновые полянки, расположенные в западинах в лесных экосистемах.

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что главную роль в формировании видовой структуры сообществ играет степень увлажненности биотопа. Этот вывод подтверждает результаты многочисленных работ, проведенных на моховых болотах (Бобров и др., 2002; Gilbert, Mitchell, 2006 и др.). Полученные результаты позволяют расширить область применения указанной закономерности для сообществ раковинных амеб, формирующихся в лесных сфагнумах при отсутствии свободной грунтовой воды, а не только для типичных верховых болот.

Полученные результаты могут явиться базовой информацией для осуществления последующего мониторинга состояния окружающей среды в районе строительства и функционирования завода по уничтожению химического оружия. Полученные данные отражают современное (фоновое) состояние сообщества и описывают естественные вариации его структурных показателей в соответствии с изменениями естественных факторов природной среды. Можно выделить следующие формальные показатели, изменение которых в дальнейшем может свидетельствовать о существовании антропогенного влияния. Во-первых, уменьшение общего количества обнаруживаемых видов, которое может произойти за счет «выпадения» форм, наиболее чувствительных к загрязнению, и, напротив, развитию небольшого количества убиквитарных организмов. Во-вторых, увеличение степени варьирования наиболее консервативных показателей структуры сообщества – видового разнообразия и выравненности распределения обилий видов, что может быть связано с разбалансировкой межвидовых взаимоотношений в сообществе. В-третьих, изменение общих закономерностей изменчивости сообщества в соответствии с уровнем увлажнения, что возможно в случае изменения характерных комплексов доминантов в различных условиях и их «выравнивание» по причине возможного преобладания убиквистов.

Выводы

1. Сообщество раковинных амеб в изучаемых биотопах образовано 40 видами и внутривидовыми таксонами, относящимися к 11 семействам. Наибольшее количество видов из семейств Arcellidae и Centropyxidae.

2. Видовое разнообразие и выравненность распределения обилий видов в различных локальных сообществах изменяются в небольших пределах, несмотря на значительное варьирование абиотических параметров среды (главным образом, уровня увлажнения).

3. Общая численность организмов в сообществе и состав доминирующего комплекса очень сильно зависят от уровня увлажненности биотопа. Доминирующими видами более увлажненных местообитаний являются *A. arenaria, A. a. compressa, A. a. sphagnicola.* В засушливых условиях преобладают *E. ciliata glabra* и *N. tincta major.*

4. С увеличением глубины слоя растут показатели видового богатства, разнообразия и общая численность видов в сообществе. Выравненность распределения обилий видов остается на одном уровне. Вертикальная структура лучше выражена в увлажненных местообитаниях, чем в засушливых.

Авторы благодарят А. И. Иванова за предоставление данные по характеристикам биотопа и Н. Н. Серебрякову за определение сфагновых мхов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 07—04—00185) и гранта Президента РФ (МК—7388.2006.4).

Бобров А. А. Историческая динамика озерно-болотных экосистем и сукцессии раковинных амеб (Testacea) // Зоол. журн. — 2003. — **82**. — С. 215—223.

Бобров А. А., Чармен Д., Уорнер Б. Экология раковинных амеб олиготрофных болот (особенности экологии политипических и полиморфных видов) // Известия АН. Сер. Биол. — 2002. — № 6. — С. 738—751.

Панкратов В. М., Мишанин С. И. Обследование мест прошлого уничтожения химического оружия на территории Пензенской области. — М. : Агентство Ракурс, 1999. — 24 с.

Рахлеева А. А., Корганова Г. А. К вопросу об оценке численности и видового разнообразия раковинных амеб (Rhizopoda, Testacea) в таежных почвах // Зоол. журн. — 2005. — **84**, № 12. — С. 1427—1436.

Стойко Т. Г., Мазей Ю. А., Цыганов А. Н., Тихоненков Д. В. Структура сообщества зоогидробионтов в озере, испытавшем влияние уничтожения химического оружия // Известия АН. Сер. Биол. — 2006. — № 2. — С. 225—231.

Adl S. M., Simpson A. G. B., Farmer M. A. et al. The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists // J. Eukaryot. Microbiol. — 2005. — **52**. — P. 399—432.

Charman D. J., Hendon D., Woodland W. A. The identification of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in peats. — London : Quaternary Research Association, 2000. — 147 p. — (QRA Technical Guide N 9).

Gilbert D., Amblard C., Bourdier G., Francez A-J. The microbial loop at the surface of a peatland: structure, function, and impact of nutrient input // Microb. Ecol. — 1998. — **38**. — P. 83—93.

Gilbert D., Mitchell E. Microbial diversity in Sphagnum peatlands // Peatlands: Evolution and Records of Environmental and Climatic Changes / I. P. Martini, A. Martinez Cortizas, W. Chesworth. — Amsterdam : Elsevier, 2006. — P. 289—320.

Hammer O., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis // Palaeontologica electronica. — 2001. — **4**, Iss. 1., Art. 4. — 9 p. — (http: // palaeo-electronica. org/2001_1/past/issue1_01. htm).

Jauhiainen S, Testacean amoebae in different types of mire following drainage and subsequent restoration // Eur. J. Protistol. — 2002. — **38**. — P. 59—72.

Mitchell E. A. D., Gilbert D. Vertical micro-distribution and response to nitrogen deposition of testate amoebae in Sphagnum // J. Eukaryot. Microbiol. — 2004. — **51**. — P. 480—490.

Nguyen-Viet H., Bernard N., Mitchell E. A. D. et al. Potential use of testate amoebae living in moss for bioindication of heavy metal pollution // International Symposium on Testate Amoebae: Book of Abstracts (Antwerp, September 12—14, 2006). — Antwerp : Universiteit Antwerpen, 2006. — P. 38.

Tolonen K. Rhizopod Analysis // Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology / B. E. Berglund. — Chichester : John Wiley & Sons Ltd., 1986. — P. 645—666.

Warner B. G., Bunting M. J. Indicators of rapid environmental change in northern petlands // Geoindicators. Assesing rapid environmental changes in earth systems / A. R. Berger, W. J. Iams. — Rotterdam : Brookfield, 1996. — P. 235—245.